

文章编号: 1674-7054(2022)02-0120-07



海南岛湿地鸟类的资源调查及多样性研究

符钉辉, 丁伟品, 龙军桥, 黄赞慧, 张小海, 陈泽恒

(中国地质调查局海口海洋地质调查中心, 海口 571127)

摘要: 为了掌握海南岛湿地珍稀濒危鸟种和常见鸟类的基础信息, 于2020年12月和2021年5月在岛内32处湿地开展了鸟类调查, 共行走样线215条, 完成调查样点157个, 记录鸟类206种34673只, 隶属17目61科, 其中国家1级保护鸟类4种, 国家2级保护鸟类34种。涉禽和鸣禽的数量占多数, 分别占59.9%、32.2%。优势和常见鸟类共28种, 如白鹭 *Egretta garzetta*、丝光椋鸟 *Spodiopsar sericeus*、蒙古沙鸻 *Charadrius mongolus*、牛背鹭 *Bubulcus coromandus* 等, 这28种鸟类记录占海南岛湿地整个鸟类记录总数的78%。Shannon-Wiener指数以河流湿地最高(5.225), 湖泊湿地最低(2.843); Pielou指数以沼泽湿地最高(0.776), 人工湿地最低(0.618); 鸟类相似度以河流湿地和人工湿地最高(0.67), 近海与海岸湿地和湖泊湿地最低(0.22)。

关键词: 海南岛; 湿地鸟类; 珍稀濒危物种; 鸟类多样性; 物种相似性

中图分类号: Q959.7 文献标志码: A

引用格式: 符钉辉, 丁伟品, 龙军桥, 等. 海南岛湿地鸟类的资源调查及多样性研究 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(2): 120-126. DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2022.02.003

湿地是一种独特的生态系统, 具有多种功能和价值, 是自然界生物多样性丰富、人类社会赖以生存和发展的环境之一^[1]。与其他省份相比, 海南具有特殊的地理和气候条件, 滨海面积大、湿地类型多样、湿地生物多样性丰富等^[2]。湿地是鸟类的聚居地, 一方面湿地为鸟类提供了不可替代的生境, 另一方面鸟类的分布、数量、繁殖、生理等特征对湿地所承受的种种干扰有所响应。因而鸟类可以作为湿地生态系统监测与评价的指标。鸟类是湿地中主要的顶级消费者, 其生存与低营养级生物乃至无机环境密切相关, 而且所处营养级与人类更接近, 所以鸟类作为指示生物不仅适于快速的生态系统水平的评价, 也对人类所面临的环境风险有参考价值^[3]。1997—1998年清澜港红树林湿地鸟类的季节变化和不同生境下湿地鸟类状况, 印证了清澜港湿地鸟类物种季节变化受迁徙鸟类影响^[4]。通过对比东寨港红树林湿地鸟类调查资料发现, 相对20世纪80年代关贯勋的调查结果, 东

寨港1997—1998年的水鸟种类普遍减少, 优势种类改变成苍鹭 *Ardea cinerea*、大白鹭 *Ardea alba*、白鹭 *Egretta garzetta*、环颈鸻 *Charadrius alexandrinus* 等^[5]。2012年, 冯尔辉等^[6]在海南东寨港保护区用样线法对红树林湿地鸟类进行调查, 结果表明, 该地鸟类季节变化明显, 保护区内不同季节、不同生境所栖息的鸟类多样性有明显差异。2013—2014年, 李麒麟等^[7]利用样线法对三亚市白鹭公园开展鸟类调查, 其多样性指数为2.61, 均匀度指数为0.77, 相对于海南东寨港及青梅港等地鸟类多样性较低。笔者于2020年12月和2021年5月在海南岛内32处湿地开展鸟类调查, 旨在了解海南岛湿地鸟类的分布与组成现状, 分析珍稀濒危鸟种和常见鸟种的变化及面临的威胁, 为湿地鸟类资源保护和监测提供基础资料。

1 研究区域

海南省位于中国最南端, 属热带季风气候, 地

收稿日期: 2021-09-27

修回日期: 2021-12-11

基金项目: 中国地质调查局项目“海南岛湿地资源现状试点调查”(DD20208061)

第一作者: 符钉辉(1996-), 男, 助理工程师. 研究方向: 地球化学. E-mail: 1303001597@qq.com

通信作者: 龙军桥(1990-), 男, 工程师. 研究方向: 自然资源调查. E-mail: 303820842@qq.com

理位置介于东经 108°37'~111°03', 北纬 18°10'~20°10'之间^[8]。据《2016年海南省(海南本岛)海岸线修测成果》记载,环岛岸线总长 1 944.35 km, 自然岸线长度为 1 272.61 km, 占海南本岛岸线总长的 65.45%, 远超前于全国自然岸线保有率约 35% 的平均水平。红树林岸线比例 11.62%, 沿岸滩涂面积广阔, 红树林广泛分布。受地形的影响, 发育众多短壮独流入海的河流, 组成放射状水系。其中, 流域面积大于 3 000 km² 的河流有南渡江、万泉河和昌化江^[9]。除了自然岸线长, 近海与海岸湿地资源富饶的特点, 海南岛还位于东亚-澳大利西亚候鸟迁飞路线的中部。越冬水鸟有 67 种, 其中, 环颈鸪 *Charadrius alexandrinus*、蒙古沙鸪 *Charadrius mongolus*、矶鹬 *Actitis hypoleucos*、鹭科 *Ardeidae* 等分布广泛^[10]。

调查区分布在东寨港自然保护区、南渡江、万泉河、昌化江、松涛水库等海南岛著名湿地保护区、大型河流及重要水库, 涵盖了近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地^[11]。根据已有经验结合遥感影像图均匀布设调查样线, 全岛布设观测点位共 154 处(图 1)。

2 研究方法

2.1 野外调查方法

数个调查小组于 2020 年

12 月海南岛鸟类越冬季与和 2021 年 5 月海南岛鸟类繁殖季分 2 批次在观测点位各开展 1 次调查, 共计完成样线 215 条、调查样点 157 个。调查方法以样线法为主, 样线长度为 500 m, 因地形地貌限制导致活动受限区域用样点法调查。计数方式采用直接计数法, 鸟类成大群盘旋时仅记录逆样线飞行鸟类, 避免重复计数。物种种类由番替湿地研究所职员、儋州湾保护区职员及海南观鸟会成员依据目击特征和鸣叫声分辨。

2.2 数据分析处理

鸟类科、属、种的分类系统及学名、拉丁文名、濒危保护级别依从中国鸟类记录中心的“中国鸟类名录”8.0 版^[12]。种类、数量统计以及多样性指数计算均在 Excel 软件上完成。

鸟类相似性使用 Sorenson 指数(S)表示:

$$S = \frac{2c}{a+b},$$

式中: S 为鸟类群落相似性指数; a 为群落 I 的鸟类种数; b 为群落 II 的鸟类种数; c 为两群落共有鸟类种数。Sorenson 指数和 Jaccard 指数是众多的相似性指数中应用最广、效果最好的^[13]。

鸟类多样性使用 Shannon-Wiener 指数:

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i),$$

式中: H 为 Shannon-Wiener 指数; S 为鸟类种数;

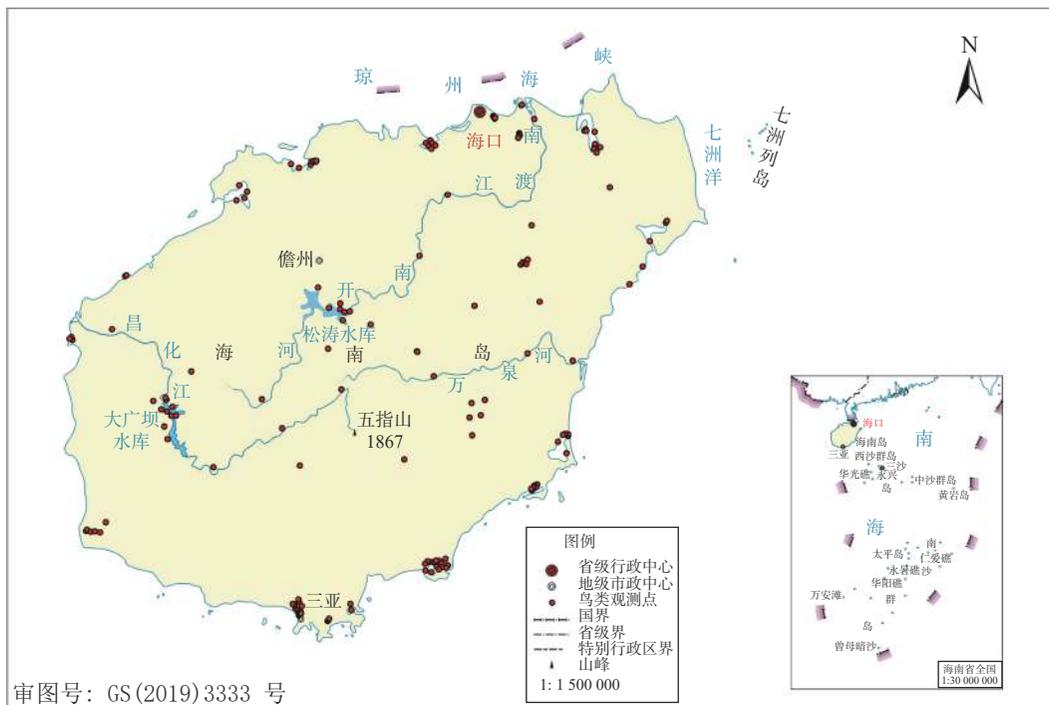


图 1 鸟类观测点部署图

P_i 为第 i 种个体数占总个体数的比例。Shannon-Wiener 指数是物种将物种丰富度和种的多样性结合起来的常见函数^[14]。

鸟类均匀度使用 Pielou 均匀度指数(E):

$$E = \frac{H}{\log_2 S},$$

式中: E 为 Pielou 均匀度指数; H 为 Shannon-Wiener 指数; S 为鸟类物种总数。均匀度指数是把物种丰富度与均匀度结合起来的一个统计量。应用最多的是 Pielous 均匀度指数和 Alatalo 均匀度指数^[14]。根据相似性指数原理, 将海南岛湿地鸟类群落划分为 4 个相似程度等级。不相似($0 \leq E \leq$

0.25); 中等不相似($0.25 \leq E \leq 0.50$); 中等相似($0.50 \leq E \leq 0.75$); 极相似($0.75 \leq E \leq 1.00$)。

3 结果与分析

3.1 海南岛湿地鸟类组成 海南岛 32 个调查区共统计湿地鸟类 206 种 34 673 只, 隶属 17 目 61 科。种类最丰富的是雀形目 Passeriformes 有 84 种, 其次为鸽形目 Charadriiformes 47 种、鹰形目 Accipitriformes 13 种; 目击数量最多的是鸽形目 (11 191 只), 其次为雀形目 (11 166 只) 和鹳形目 Pelecaniformes (9 505 只)。越冬季鸟类较繁殖季数量更多、种类也更丰富(图 2)。

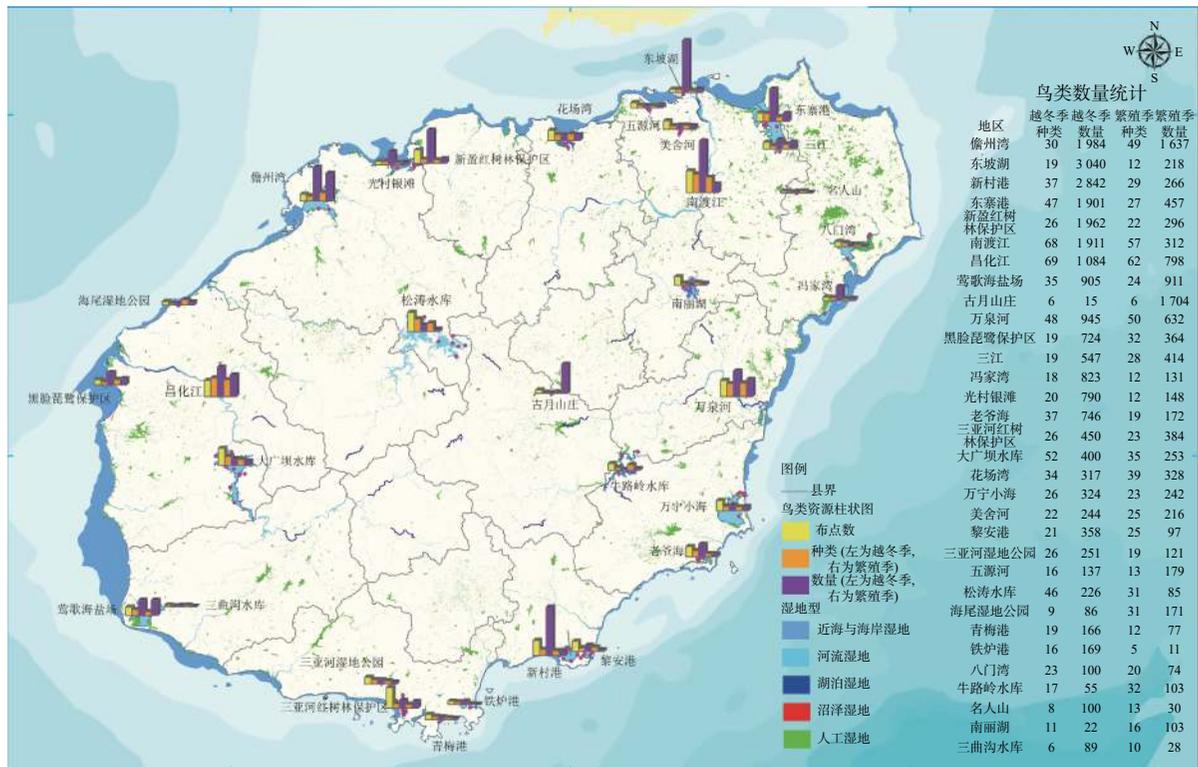


图 2 海南岛湿地鸟类空间分布

不同湿地具有不同的生物组成结构、食物资源和人为干扰强度, 同时, 鸟类对水、食物资源具有选择性以保证觅食和栖息的安全。因此, 不同湿地类型鸟类群落组成会存在一定差异^[15]。从表 1 可知, 鸟类数量最多的为近海与海岸湿地, 物种分布最丰富的为河流湿地。

3.2 海南岛湿地鸟类群落的相似性 湿地鸟类的种类及数量受到周围山脉、河流等地理要素和温度、湿度、植被等环境要素的共同影响, 是物种演化变迁的结果。极相似的相似程度关系在海南岛未出现, 中等相似程度的湿地有 4 种(表 2)。按

表 1 海南岛不同湿地类鸟类种类及数量统计

	近海与 海岸湿地	河流 湿地	湖泊 湿地	沼泽 湿地	人工 湿地
目数量/个	15	16	9	11	15
种数量/种	127	140	19	37	130
只数量/只	19 672	6 457	130	257	8 257

数值由大到小排序分别为河流湿地与人工湿地; 近海与海岸湿地与人工湿地; 近海与海岸湿地与河流湿地; 湖泊湿地与沼泽湿地。中等不相似程度的湿地有 3 种, 按数值由大到小排序分别为近

表 2 海南岛不同湿地类鸟类相似性

	近海与 海岸湿地	河流 湿地	湖泊 湿地	沼泽 湿地	人工 湿地
近海与 海岸湿地	1				
河流湿地	0.607	1			
湖泊湿地	0.219	0.226	1		
沼泽湿地	0.402	0.384	0.500	1	
人工湿地	0.654	0.674	0.228	0.383	1

海与海岸湿地与沼泽湿地; 河流湿地与沼泽湿地; 沼泽湿地与人工湿地。不相似程度的湿地有 3 种, 按数值由大到小排序分别为湖泊湿地与人工湿地; 河流湿地与湖泊湿地; 近海与海岸湿地与湖泊湿地。

3.3 海南湿地鸟类生态类群分析 鸟类的六大生态类群划分统计结果显示(表 3), 海南湿地鸟类生态类群依据种类数量排序: 鸣禽>涉禽>攀禽>猛禽>游禽>陆禽, 依据目击数量排序: 涉禽>鸣禽>攀禽>游禽>陆禽>猛禽。鸣禽种类最丰富; 涉禽目击数量最多、群落更庞大; 猛禽数量稀少但是种类较丰富, 17 种猛禽(8.25%)超过了国内猛禽分布平均水平(6.9%)^[16]。猛禽属于食物链顶级类群之一, 其种类数与种群数量的维系不仅仅是对鸟类物种多样性的体现, 更是对其食物链中下级物种种类和数量的一种指示^[17]。

表 3 海南岛鸟类生态类群统计

生态类群	种类/种	种类占比/%	数量/只	数量占比/%
游禽	14	6.80	822	2.37
涉禽	59	28.64	20783	59.94
猛禽	17	8.25	199	0.57
陆禽	9	4.37	539	1.55
攀禽	26	12.62	1164	3.36
鸣禽	83	39.32	11166	32.20

3.4 海南湿地的常见鸟类 根据鸟类数量划分优势度, 优势度指数大于 5% 的物种定为该调查区的优势种(+++), 小于 5% 大于 1% 的定为调查区常见种(++), 小于 1% 的定为调查区稀有种(+)。从表 4 可知, 海南湿地的常见鸟类优势种有 4 种(1.9%), 分别是白鹭 *Egretta garzetta*、丝光椋鸟 *Spodiopsar sericeus*、蒙古沙鸻 *Charadrius mongolus*、

牛背鹭 *Bubulcus coromandus*; 常见种有 24 种(11.7%), 其中, 白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、大白鹭 *Ardea alba*、八哥 *Acridotheres cristatellus*、家燕 *Hirundo rustica* 占比超过 3%; 稀有种有 178 种(86.4%)。优势种和常见种共 28 种, 占调查总数 206 种的 13.6%, 但是记录的数量总和占比较高达 77.5%。从保护和环境评价的角度看, 这 28 种优势和常见鸟类种类变化对于海南湿地保护有指示意义, 是值得特别关注的对象。

白鹭在海南为留鸟^[18], 主要分布在新盈湿地公园(目击数量 682 只, 下同)和儋州湾(674 只); 丝光椋鸟虽然是留鸟, 但是实地调查的越冬季数量(2 200 只)远大于繁殖季(60 只), 2020 年 12 月在东坡湖出现了上千只大群。蒙古沙鸻为旅鸟, 2020 年 12 月在新村港(592 只)和冯家湾(550 只)的数量较多。牛背鹭为留鸟, 2021 年 5 月在古月山庄有大量牛背鹭(1 000 只)在岸边芦竹丛筑巢做窝。

3.5 海南湿地的稀濒危鸟类及种群分布 海南岛湿地分布的 206 种鸟类中, 受国家 I 级、国家 II 级保护的鸟类共 38 种, 占比 18.4%, 高于国家平均水平(15.6%)^[18]。国家 I 级重点保护鸟类有 4 种(占总数 1.9%, 下同), 分别为海南山鹧鸪 *Arborophila ardens*、黑脸琵鹭 *Platalea minor*、勺嘴鹬 *Calidris pygmaea*、小青脚鹬 *Tringa guttifer*; 国家 II 级重点保护鸟类有 34 种(16.5%), 分别为栗树鸭 *Dendrocygna javanica*、红原鸡 *Gallus gallus*、鸮 *Pandion haliaetus*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、凤头蜂鹰 *Pernis ptilorhynchus*、蛇雕 *Spilornis cheela*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、褐耳鹰 *Accipiter badius*、赤腹鹰 *Accipiter soloensis*、日本松雀鹰 *Accipiter gularis*、松雀鹰 *Accipiter virgatus*、雀鹰 *Accipiter nisus*、白头鹞 *Circus aeruginosus*、白腹鹞 *Circus spilonotus*、黑鸢 *Milvus migrans*、水雉 *Hydrophasianus chirurgus*、白腰杓鹬 *Numenius arquata*、翻石鹬 *Arenaria interpres*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris*、灰燕鹧 *Glareola lactea*、斑尾鹧鸪 *Macropygia unchall*、橙胸绿鸠 *Treron bicinctus*、褐翅鹧鸪 *Centropus sinensis*、小鹧鸪 *Centropus bengalensis*、领角鸮 *Otus lettia*、斑头鹧鸪 *Glaucidium cuculoides*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、栗喉蜂虎 *Merops philippinus*、蓝喉蜂虎 *Merops viridis*、红隼 *Falco tinnunculus*、游隼 *Falco peregrinus*、亚

表 4 海南岛常见鸟类统计

种名	数量/只	优势度数量级	数量占比/%	分布调查区数量/个
白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	3 361	+++	9.69	30
丝光椋鸟 <i>Spodiopsar sericeus</i>	2 260	+++	6.52	11
蒙古沙鸨 <i>Charadrius mongolus</i>	2 159	+++	6.23	10
牛背鹭 <i>Bubulcus coromandus</i>	1 887	+++	5.44	20
白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>	1 549	++	4.47	29
大白鹭 <i>Ardea alba</i>	1 510	++	4.35	26
八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>	1 360	++	3.92	21
家燕 <i>Hirundo rustica</i>	1 060	++	3.06	24
夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	864	++	2.49	13
须浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	858	++	2.47	8
池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	852	++	2.46	28
灰背椋鸟 <i>Sturnia sinensis</i>	818	++	2.36	20
红颈滨鹬 <i>Calidris ruficollis</i>	762	++	2.20	7
环颈鸨 <i>Charadrius alexandrinus</i>	760	++	2.19	14
铁嘴沙鸨 <i>Charadrius leschenaultii</i>	694	++	2.00	9
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	648	++	1.87	26
黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	645	++	1.86	8
金斑鸨 <i>Pluvialis fulva</i>	540	++	1.56	7
暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops simplex</i>	525	++	1.51	16
白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>	514	++	1.48	19
小白腰雨燕 <i>Apus nipalensis</i>	509	++	1.47	15
灰尾漂鹬 <i>Tringa brevipes</i>	471	++	1.36	9
斑文鸟 <i>Lonchura punctulata</i>	460	++	1.33	15
中杓鹬 <i>Numenius phaeopus</i>	383	++	1.10	6
黑腹滨鹬 <i>Calidris alpina</i>	377	++	1.09	7
红嘴巨鸥 <i>Hydroprogne caspia</i>	357	++	1.03	3
红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>	354	++	1.02	10
青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>	348	++	1.00	17

历山大鸮鹗 *Psittacula eupatria*、大盘尾 *Dicrurus paradiseus*、黑喉噪鹛 *Pterorhinus chinensis*。

206 种鸟类被列入 IUCN 濒危物种红色名录^[19] 受威胁的物种(极危、濒危、易危)有 5 种, 占湿地鸟类分布总数的 2.4%, 低于国家水平(8%)^[12]。其中极危 CR 的 1 种(0.5%), 为勺嘴鹬 *Calidris pygmaea*, 濒危 EN 的 3 种(1.4%), 分别为黑脸琵鹭 *Platalea minor*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris*、小青脚鹬 *Tringa guttifer*; 易危的 1 种(0.5%), 为海南

山鹧鸪 *Arborophila ardens*。鸮、黑翅鸢等 17 种猛禽为国家 II 级保护鸟类, 其 IUCN 红色名录等级均为无危 LC, 这是受国家保护的鸟类与列入 IUCN 濒危物种红色名录的鸟类数量差距较大的主要原因。

海南岛湿地国家 I 级保护鸟类除了海南山鹧鸪发现于人工湿地, 其余均发现于近海与海岸湿地。

3.5.1 海南山鹧鸪 海南山鹧鸪是国家 I 级重点保护鸟类, 被列为 IUCN 濒危物种红色名录易危

VU 物种。在调查过程中仅于 2021 年 5 月在大广坝水库记录到 1 只。2019 年利用红外相机技术在海南五指山国家级自然保护区也得到观测记录^[20]。无相关资料记载大广坝水库出现过海南山鹧鸪,判定为此处的鸟种新纪录。

3.5.2 黑脸琵鹭 黑脸琵鹭是国家 I 级重点保护鸟类,被列为 IUCN 濒危物种红色名录濒危 EN 物种。在调查过程中黑脸琵鹭 2020 年 12 月见于新盈红树林(37 只)、儋州湾(23 只)、莺歌海盐场(6 只)、东寨港(4 只)。2021 年 5 月见于莺歌海盐场(3 只)、黑脸琵鹭保护区(1 只)。据《黑脸琵鹭全球同步普查 2021》记载,全球有 5 222 只,其中 60% 的黑脸琵鹭在台湾度冬。2020 年 12 月海南湿地鸟类调查录得 70 只,占全球录得黑脸琵鹭数量的 1.3%。

3.5.3 勺嘴鹬 勺嘴鹬是国家 I 级重点保护鸟类,被列为 IUCN 濒危物种红色名录极危 CR 物种,其种群数量为 360~600 只。勺嘴鹬在中国沿海各省级行政区域均有分布,其中江苏省的东台市和如东县的滩涂湿地是目前已知的勺嘴鹬全球数量最大的迁徙停歇地^[21]。本次调查勺嘴鹬仅于 2020 年 12 月在儋州湾有记录(4 只)。

3.5.4 小青脚鹬 小青脚鹬是国家 I 级重点保护鸟类,被列为 IUCN 濒危物种红色名录濒危 EN 物种。在调查过程中仅于 2021 年 5 月在海南黑脸琵鹭保护区记录到 4 只。

3.6 海南湿地鸟类物种多样性比较 运用 Shannon-Wiener 指数对 5 种湿地的鸟类多样性进行分析比较,计算近海与海岸湿地鸟类多样性指数为 5.184;河流湿地鸟类多样性指数为 5.225;湖泊湿地鸟类多样性指数为 2.843;沼泽湿地多样性指数为 4.042;人工湿地鸟类多样性指数为 4.343。多样性数值由大到小排序为河流湿地>近海与海岸湿地>人工湿地>沼泽湿地>湖泊湿地。河流湿地多样性最高,原因是海南岛河流湿地相较于其他湿地分布有种类更丰富的雀形目鸟类。

3.7 海南湿地鸟类均匀度比较 运用 Pielou 均匀度指数对 5 种湿地类鸟类均匀度进行分析比较,计算出近海与海岸湿地鸟类均匀度指数为 0.742;河流湿地鸟类均匀度指数为 0.736;湖泊湿地鸟类均匀度指数为 0.669;沼泽湿地均匀度指数为 0.776;人工湿地鸟类均匀度指数为 0.618。均

匀度数值由大到小排序为沼泽湿地>近海与海岸湿地>河流湿地>湖泊湿地>人工湿地,沼泽湿地的个体数目分配更均匀。

4 讨 论

海南岛的近海与海岸湿地和人工湿地分布面积较大,鸟类资源更丰富。自然湖泊和沼泽湿地稀疏分布且面积小,能提供给鸟类的觅食地和栖息地的资源较少,导致不同湿地类型鸟类资源差异较大。而造成湿地鸟类群落相似性数值差异的原因主要有:不同湿地之间存在连接处,如河流湿地和近海与海岸湿地有河口连接、人工湿地的大广坝水库和昌化江连接。此外,人工湿地的莺歌海盐场离海较近,海拔、温度、湿度、植被等环境要素相似。

根据海南湿地常见鸟类和珍稀濒危鸟类的统计结果,对海南湿地鸟类保护提出以下建议:鸟类是城市生态环境最具代表性野生动物,且对夜光比较敏感^[22]。三亚红树林自然保护区及古月山庄等分布在市区和利用于旅游开发的湿地,需要注意控制周边的夜间灯光布局,避免造成浪费能源和对鸟类栖息地的负面影响;在黑脸琵鹭保护区等沿海湿地保护区开展红树林恢复工程需要考虑滩涂被植被覆盖后滩涂面积减小的结果给本土鸟类带来的影响;三曲沟水库和南丽湖的鸟类资源在 32 个调查地区排名靠后,原因可能是三曲沟水库近年的水体的富营养化现象和南丽湖的旅游业的开发,当地政府应该加强对这些地方的鸟类资源调查与保护工作。

参考文献:

- [1] 蔡炳城. 台湾省湿地的生物多样性与保护[J]. *湿地科学与管理*, 2007, 13(2): 21-24.
- [2] 邹发生, 宋晓军, 江海声, 陈康. 海南岛的湿地类型及其特点[J]. *热带地理*, 1999, 19(3): 204-207.
- [3] 王强, 吕宪国. 鸟类在湿地生态系统监测与评价中的应用[J]. *湿地科学*, 2007, 15(3): 274-281.
- [4] 邹发生, 宋晓军, 陈康, 等. 海南清澜港红树林湿地鸟类初步研究[J]. *生物多样性*, 2000, 8(3): 307-311.
- [5] 邹发生, 宋晓军, 陈康, 等. 海南东寨港红树林湿地鸟类多样性研究[J]. *生态学杂志*, 2001, 120(3): 21-23.
- [6] 冯尔辉, 陈伟, 廖宝文, 等. 海南东寨港红树林湿地鸟类监测与研究[J]. *热带生物学报*, 2012, 3(1): 73-77.
- [7] 李麒麟, 林焯贤, 杜宇等. 三亚市白鹭公园的鸟类调查[J]. *科技视界*, 2014(23): 62-63.

- [8] 李龙兵. 海南岛的水文特性[J]. 水文, 1992, 12(6): 49–51.
- [9] 宋玉梅. 基于模拟条件的海南主要流域农田面源污染特征研究[D]. 海口: 海南大学, 2011.
- [10] 张国钢, 梁伟, 刘冬平, 等. 海南岛越冬水鸟多样性和优先保护地区分析[J]. 林业科学, 2006, 42(2): 78–82.
- [11] 国家林业局. 全国湿地资源调查技术规程(试行)[S/OL]. (2008-12-30)[2021-11-08]. <https://www.docin.com/p-48879691.html>.
- [12] 中国观鸟年报编辑部. 中国观鸟年报—中国鸟类名录8.0版[DB/OL](2020-10-11)[2021-11-08]. <https://www.birdreport.cn/home/files/download.html>.
- [13] 马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 II β 多样性的测度方法[J]. 生物多样性, 1995, 3(1): 38–43.
- [14] 黎燕琼, 郑绍伟, 龚固堂, 等. 生物多样性研究进展[J]. 四川林业科技, 2011, 32(4): 12–19.
- [15] 吕丽. 黄河三角洲湿地鸟类多样性及其生境选择[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [16] 高红梅, 蔡振媛, 覃雯, 等. 三江源国家公园鸟类物种多样性研究[J]. 生态学报, 2019, 39(22): 8254–8270.
- [17] 苏化龙, 钱法文, 张国钢, 等. 青藏高原胡兀鹫与巢域中峭壁生境营巢鸟类的种间互动关系初探[J]. 动物学杂志, 2016, 51(6): 949–968.
- [18] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [19] 张雁云, 张正旺, 董路, 等. 中国鸟类红色名录评估[J]. 生物多样性, 2016, 24(5): 568–577.
- [20] 李佳灵, 周铜磊, 黄翔, 等. 海南五指山国家级自然保护区鸟兽多样性研究[J]. 野生动物学报, 2019, 40(4): 924–932.
- [21] 彭鹤博, 蔡志扬, 章麟, 等. 勺嘴鹬在中国的分布状况和面临的主要威胁[J]. 动物学杂志, 2017, 52(1): 158–166.
- [22] 薛星宇. 基于灯光遥感数据的城市夜光格局及对鸟类栖息地影响研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2020.

A survey of birds and their diversity in the wetlands of Hainan Island

FU Dinghui, DING Weipin, LONG Junqiao, HUANG Zanhui, ZHANG Xiaohai, CHEN Zeheng
(Haikou Marine Geological Survey Center, China Geological Survey, Haikou, Hainan 571127, China)

Abstract: A bird survey was carried out in 32 wetlands of Hainan Island in December 2020 and May 2021, and a total of 215 transect lines and 157 survey points were established for bird inventory. The survey recorded 34 673 birds of 206 species, belonging to 17 orders and 61 families. There are 4 species of birds found in the list of the national first-class conservation, and 34 species of birds in the list of the national second-class conservation. The number of waders and songbirds accounted for the majority of the birds recorded, which are 59.9% and 32.2%, respectively. The survey recorded 28 dominant and common birds recorded, such as *Egretta garzetta*, *Spodiopsar sericeus*, *Charadrius mongolus*, *Bubulcus coromandus*, etc., which accounted for 78% of the total bird records in the wetlands of Hainan Island. The Shannon Wiener index is the highest in the riverine wetlands (5.225), and the lowest in the lacustrine wetlands (2.843); the Pielou index is the highest in the marshy wetlands (0.776) and the lowest in the man-made wetland (0.618); the bird similarity is the highest in the riverine wetlands and the man-made wetlands (0.67), and the lowest (0.22) in the coastal wetland and the lacustrine wetlands.

Keywords: Hainan Island; wetland birds; rare and endangered species; bird diversity; species similarity

(责任编辑:谭正洪 责任编辑:潘学峰)